

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-083624

(43)Date of publication of application : 26.03.1999

(51)Int.Cl. G01J 1/42
G01J 5/02

(21)Application number : 09-249181

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS
LTD

(22)Date of filing : 12.09.1997

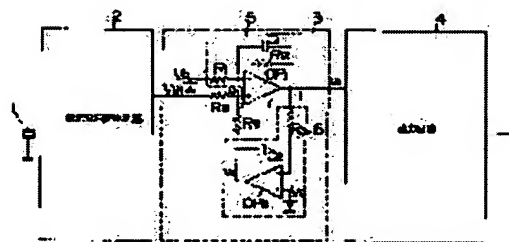
(72)Inventor : FUJIMURA TOSHIO
TAKADA YUJI
SAKAMOTO SHINJI
HATAYA MITSUTERU

(54) INFRARED DETECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize down-sizing of circuit and cost reduction by making the required electrostatic capacity of a capacitor to be smaller.

SOLUTION: A voltage amplifying circuit 3 is provided with a signal amplification part 5 consisting of a non-inversion amplifier, an integration circuit 6, and voltage dividing resistances R4 and R5 in which the resistance-divided points of output VB of the integration circuit 6 and of input VIN of the voltage amplifying circuit 3 are connected with the non-inversion input terminal of the signal amplification part 5. Then, a low-pass filter is comprised of a resistance R1 of the signal amplification part 5 and a capacitor C1, and a high-pass filter is comprised by connecting the points that the output VB of the integration circuit 6 and input VIN of the voltage amplification circuit 3 are divided by the voltage dividing resistances R4 and R5, to the non-inversion input terminal of the signal amplification part 5 (operation amplifier OP1 in actual), and both filters constitutes a band-pass filter. Thus, the required electrostatic capacity of a capacitor can be reduced in comparison with the conventional example, thereby realizing down-sizing of circuit and cost reduction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3367876
[Date of registration] 08.11.2002
[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-83624

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月26日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 1 J 1/42
5/02

識別記号

F I

G 0 1 J 1/42
5/02

B
A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平9-249181
(22) 出願日 平成9年(1997) 9月12日

(71) 出願人 000005832
松下電工株式会社
大阪府門真市大字門真1048番地
(72) 発明者 藤村 俊夫
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
(72) 発明者 高田 裕司
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
(72) 発明者 坂本 慎司
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
(74) 代理人 弁理士 西川 恵清 (外1名)

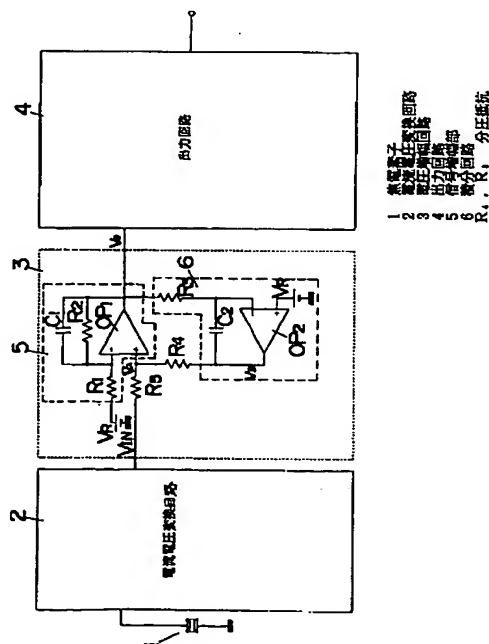
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 赤外線検出装置

(57) 【要約】

【課題】必要とされるコンデンサの静電容量が小さくできて回路の小型化並びに低コスト化を可能とする。

【解決手段】電圧増幅回路3は、非反転増幅器から成る信号増幅部5と、積分回路6と、積分回路6の出力 V_0 と電圧増幅回路3の入力 V_{i1} を抵抗分割した点が信号増幅部5の非反転入力端に接続されて成る分圧抵抗 R_1 、 R_2 とを備える。而して、信号増幅部5の抵抗 R_1 とコンデンサ C_1 とで構成されるローパスフィルタと、積分回路6の出力 V_0 と電圧増幅回路3の入力 V_{i1} を分圧抵抗 R_1 、 R_2 で抵抗分割した点を信号増幅部5（実際には演算増幅器 OP_1 ）の非反転入力端に接続することで構成されるハイパスフィルタとでバンドパスフィルタが構成してある。これにより、従来例に比較して必要とされるコンデンサの静電容量が小さくできて回路の小型化並びに低コスト化が可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 焦電素子から出力される焦電電流を電圧信号に変換し、電圧増幅回路で所定の周波数帯域の電圧信号を増幅処理して検知信号を出力するようにした赤外線検出装置において、上記電圧増幅回路は、演算増幅器の反転入力端に抵抗を接続するとともに反転入力端と出力端の間に帰還抵抗とコンデンサとを並列接続した非反転増幅器から成る信号増幅部と、演算増幅器の反転入力端に抵抗を介して信号増幅部の出力端が接続されるとともに反転入力端と出力端の間にコンデンサを接続して成る積分回路と、積分回路の出力と電圧増幅回路の入力を抵抗分割した点が信号増幅部の非反転入力端に接続されて成る分圧抵抗とを備えたことを特徴とする赤外線検出装置。

【請求項 2】 電圧増幅回路の入力側にハイパスフィルタを設けたことを特徴とする請求項 1 記載の赤外線検出装置。

【請求項 3】 電圧増幅回路の出力側にローパスフィルタを設けたことを特徴とする請求項 2 記載の赤外線検出装置。

【請求項 4】 上記ハイパスフィルタは抵抗とコンデンサの微分回路を具備し、上記抵抗と並列に抵抗温度特性の大きい高抵抗を接続して成ることを特徴とする請求項 2 記載の赤外線検出装置。

【請求項 5】 上記高抵抗は、ノンドープのポリシリコン又はトランジスタのオフ抵抗を利用して成ることを特徴とする請求項 4 記載の赤外線検出装置。

【請求項 6】 焦電素子と電圧増幅回路との間に焦電素子からの焦電電流を電圧信号に変換する電流電圧変換回路を設け、電流電圧変換回路は、帰還容量を付加した演算増幅器と、演算増幅器の出力を入力側に期間する直流帰還回路とを有して成ることを特徴とする請求項 1～5 の何れかに記載の赤外線検出装置。

【請求項 7】 表立面と裏立面に少なくとも上記電圧増幅回路を構成する電子部品が実装されてるとともに上部に焦電素子が実装された 3 次元回路ブロックと、上部に光学的フィルタ窓を有する筒状に形成されて上記 3 次元回路ブロックを内部に収容するキャンド、光学的フィルタ窓に装着される集光レンズとを備えたことを特徴とする請求項 1～6 の何れかに記載の赤外線検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、焦電素子により人体等の物体から輻射される赤外線エネルギー量の変化を検出して物体の存非や移動を検知する赤外線検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来のこの種の赤外線検出装置では、赤外線エネルギー量の変化により焦電素子から出力される焦電電流を電流電圧変換回路によって電圧信号に変換し、

所定の周波数帯域（人体の移動検知を目的とする場合には 1 Hz を中心とした周波数帯域）の電圧信号のみを電圧増幅回路にて増幅するとともに、電圧増幅回路で増幅された電圧信号を予め設定されたしきい値と比較判別して検知信号を出力する構成となっている。このような従来の赤外線検出装置の一例を図 11 に示す。

【0003】 この従来例は、焦電素子 1 の焦電電流を電圧信号に変換する電流電圧変換回路 2 と、変換された電圧信号のうちで所定の周波数帯域のもののみを増幅する電圧増幅回路 30 と、電圧増幅回路 30 で増幅された電圧信号を高低 2 つのしきい値と比較判別する出力回路 4 とを備えている。電流電圧変換回路 2 は、人体の移動に伴う赤外線エネルギーの変化を感知した焦電素子 1 から出力される微小な（fA のオーダー）焦電電流を、高抵抗 R_g と焦電素子 1 の素子容量 C_s と電界効果トランジスタ FET の入力インピーダンスとの合成インピーダンスにより電圧に変換して電界効果トランジスタ FET のゲートに入力し、インピーダンス変換を行なうとともに電界効果トランジスタ FET のソースフォロア動作によりソース電圧を変化させ、そのとき出力抵抗 R_{11} に生じる電圧降下を電圧信号として出力するものである。

【0004】 電圧増幅回路 30 は、オペアンプ OP_{11} を用いた非反転増幅器と、同じくオペアンプ OP_{11} を用いた反転増幅器とを有する 2 段構成であり、その増幅度が 80 dB 程度のものである。なお、オペアンプ OP_{11} 、 OP_{12} の反転入力端と出力端との間に接続された帰還抵抗 R_L 及びコンデンサ C_L と、オペアンプ OP_{11} 、 OP_{12} 間に挿入される抵抗 R_H 及びコンデンサ C_H との値を適宜選択することにより、人体の移動に応じた周波数帯域（1 Hz 付近）の電圧信号のみを通過させるバンドパスフィルタが形成される。そして、このような 2 段の増幅器を有する電圧増幅回路 30 では、回路条件を簡易にするために 1 段目の非反転増幅器と 2 段目の反転増幅器の増幅度が殆ど同一になるように設計されている。また、このような電圧増幅回路 30 では、バンドパスフィルタの低域側のカットオフ周波数がオペアンプ OP_{11} の出力端とオペアンプ OP_{12} の反転入力端との間に直列接続される抵抗 R_H の抵抗値とコンデンサ C_H の静電容量の積で定まり、これらの値が増幅度を決定する抵抗 R_L 、 R_H にも影響を与える。

【0005】 出力回路 4 は、オペアンプ OP_9 、 OP_{10} から成る比較器に分圧抵抗 $R_9 \sim R_{10}$ で生成される高低 2 つのしきい値と電圧増幅回路 30 によって増幅された電圧信号とを各々入力し、電圧信号が 2 つのしきい値の何れかを越えた場合（高い方のしきい値を上回るか又は低い方のしきい値を下回る場合）に出力抵抗 R_{11} を通じて検知信号を出力するウィンドコンバータから成るのである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところで回路の小型化

を図る場合には、コンデンサCH、CLの静電容量が小さい程望ましいが、抵抗RH、RLは素子の安定性や回路の安定性を考慮すると余り大きい抵抗値のものを採用し得ず、そのため、上記従来例の電圧増幅回路30では、1段あたり40dBのゲインを確保するために抵抗RHと抵抗RLとは、10kΩ前後と1MΩ前後の抵抗値の組合わせが採用されている。従って、仮に抵抗RHの抵抗値を10kΩ前後に設定すると、その条件下で低域のカットオフ周波数を1Hz以下にするためにはコンデンサCHに数10μF程度の静電容量が必要とされ、そのためコンデンサCHとして小型のチップコンデンサが使用できず、回路全体の小型化を図ることが困難とされていた。

【0007】すなわち、現在の回路技術ではコンデンサの静電容量が数10μF程度になると小型のチップコンデンサは使用できず、大型のチップコンデンサや電解型のコンデンサを使用しなければならない。また、後者の電解コンデンサを使用する場合には、電解コンデンサに特有の特性、例えば漏れ電流が無視できず、バラツキが多い上に温度変化に弱く、長期信頼性が悪いなどの問題もあり、電圧増幅回路30それ自体の回路特性のバラツキや信頼性の劣化にも大きく影響し、回路の不動作や誤動作も誘発しやすいなどの問題があった。

【0008】更に上記従来例のように電界効果トランジスタFETを用いて電流電圧変換回路2を構成すると、高抵抗Rgで発生する熱雑音が大きくなるためにS/N比の向上にも一定の限度があり、現状の回路ではこれ以上感度を上げることもできなかった。ところで、図12は上記従来例の全体的な構造を示しており、電界効果トランジスタFETによる電流電圧変換回路2が組み込まれた焦電素子31と、コンデンサや抵抗等の外付けの電子部品32が平板状の回路基板33に実装され、焦電素子31の上方にマルチレンズ(集光レンズ)34が装着されて構成されている。全体的に見れば平板状の回路基板33の上に多数の電子部品が実装され縦横方向に広がった構造になっているため、形状も大型化し、外来ノイズに弱いという欠点があった。すなわち、上記従来構造では、焦電素子31から出力される微弱な焦電電流を平板状の回路基板33上で配線を引き回して増幅する構造であるため、空間的に飛来するノイズ、例えばアマチュア無線や携帯電話からの電波ノイズ、モータや照明器具等のオン/オフスイッチ操作によるノイズに対して誤動作しやすいものであった。かかる問題を解決するために、従来はノイズ対策用のコンデンサやインダクタコイルを接続付加するなどの方法が採用されているが、これが多層形状を大きくして、小型化、部品削減による低コスト化を程遠いものになっている。

【0009】本発明は上記問題に鑑みて為されたものであり、その目的とするところは、必要とされるコンデンサの静電容量が小さくできて回路の小型化並びに低コス

ト化が可能な赤外線検出装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、上記目的を達成するために、焦電素子から出力される焦電電流を電圧信号に変換し、電圧増幅回路で所定の周波数帯域の電圧信号を増幅処理して検知信号を出力するようにした赤外線検出装置において、上記電圧増幅回路は、演算増幅器の反転入力端に抵抗を接続するとともに反転入力端と出力端の間に帰還抵抗とコンデンサとを並列接続した非反転増幅器から成る信号増幅部と、演算増幅器の反転入力端に抵抗を介して信号増幅部の出力端が接続されるとともに反転入力端と出力端の間にコンデンサを接続して成る積分回路と、積分回路の出力と電圧増幅回路の入力を抵抗分割した点が信号増幅部の非反転入力端に接続されて成る分圧抵抗とを備えたことを特徴とし、信号増幅部の抵抗とコンデンサで構成されるローパスフィルタと、積分回路の出力と電圧増幅回路の入力を分圧抵抗で抵抗分割した点を信号増幅部の非反転入力端に接続することで構成されるハイパスフィルタとでバンドパスフィルタが構成されるため、従来の電圧増幅回路に比較して必要とされるコンデンサの静電容量が小さくでき、その結果回路の小型化並びに低コスト化が可能となる。

【0011】請求項2の発明は、請求項1の発明において、電圧増幅回路の入力側にハイパスフィルタを設けたことを特徴とし、電圧増幅回路におけるローパスフィルタの次数を上げて低周波ノイズを効率よく除去することができ、周波数特性の改善が図れる。請求項3の発明は、請求項2の発明において、電圧増幅回路の出力側にローパスフィルタを設けたことを特徴とし、電圧増幅回路におけるハイパスフィルタの次数を上げて高周波ノイズを効率よく除去することができ、周波数特性の改善が図れる。

【0012】請求項4の発明は、請求項2の発明において、上記ハイパスフィルタは抵抗とコンデンサの微分回路を具備し、上記抵抗と並列に抵抗温度特性の大きい高抵抗を接続して成ることを特徴とし、ハイパスフィルタのカットオフ周波数に温度特性を持たせ、高温時にカットオフ周波数を上げて感度を落とすことにより、高温時に大きくなるノイズによる誤動作を防ぐことができる。

【0013】請求項5の発明は、請求項4の発明において、上記高抵抗が、ノンドープのポリシリコン又はトランジスタのオフ抵抗を利用して成ることを特徴とし、高抵抗をICとして回路に一体化させて組込みできるノンドープのポリシリコン抵抗やトランジスタのオフ抵抗で構成することによって、回路全体をIC化及び1チップ化しやすい構造にでき、回路実装時における作業性の向上も図れる。

【0014】請求項6の発明は、請求項1～5の何れかの発明において、焦電素子と電圧増幅回路との間に焦電素子からの焦電電流を電圧信号に変換する電流電圧変換

回路を設け、電流電圧変換回路は、帰還容量を付加した演算増幅器と、演算増幅器の出力を入力側に期間する直流帰還回路とを有して成ることを特徴とし、帰還容量を付加した演算増幅器によるインピーダンス変換を利用することによって電流電圧変換回路のS/N比を著しく向上させることができ、低ノイズで感度の高い赤外線検出装置が提供可能となる。さらに、帰還容量を付加した演算増幅器に直流帰還回路を付加することにより、帰還容量に固有な低域におけるインピーダンス変換動作の不安定性を改善することができる。

【0015】請求項7の発明は、請求項1～6の何れかの発明において、表立面と裏立面に少なくとも上記電圧増幅回路を構成する電子部品が実装されるとともに上部に焦電素子が実装された3次元回路ブロックと、上部に光学的フィルタ窓を有する筒状に形成されて上記3次元回路ブロックを内部に収容するキャンと、光学的フィルタ窓に装着される集光レンズとを備えたことを特徴とし、電圧増幅回路を含む殆どの回路のIC化並びに1チップ化が図れ、更に1チップ化された内部回路を他の外付け部品とともに3次元回路ブロックに実装することによって赤外線検出装置から平板状の回路基板をなくし、小型かつ軽量の構造が実現できる。また、このような構造では、回路基板を用いずに1チップ化した内部回路を3次元回路ブロックに実装しているために信号線の引き回しが短くてきて外来ノイズの影響を受けにくくでき、しかも3次元回路ブロックの全体をキャンに収容しているので外来ノイズに対するシールド性を高めることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】

（実施形態1）図1に本発明の実施形態1の回路ブロック図を示す。但し、本実施形態の基本的な構成は従来例と共通するので、共通する部分については同一の符号を付して説明は省略し、本実施形態の特徴となる部分についてのみ説明する。

【0017】本実施形態は、焦電素子1から出力されるfAオーダーの焦電電流を電圧信号に変換する電流電圧変換回路2の後段に設けられ、所定の周波数帯域の電圧信号のみを増幅する電圧増幅回路3の構成に特徴がある。本実施形態の電圧増幅回路3は、演算増幅器OP、の反転入力端を抵抗R₁を介して基準電源V_Rに接続するとともに反転入力端と出力端の間に帰還抵抗R₂とコンデンサC₁とを並列接続した非反転増幅器から成る信号増幅部5と、演算増幅器OP₂の反転入力端に抵抗R₃を介して信号増幅部5の出力端を接続するとともに反転入力端と出力端の間にコンデンサC₂を接続し且つ非*

*反転入力端に基準電源V_Rを接続して成る積分回路6と、積分回路6の出力V₆と電圧増幅回路3の入力V₁とを抵抗分割した点が信号増幅部5の非反転入力端に接続されて成る分圧抵抗R₄、R₅とを備えている。

【0018】而して本実施形態においては、信号増幅部5の抵抗R₁とコンデンサC₁とで構成されるローパスフィルタと、積分回路6の出力V₆と電圧増幅回路3の入力V₁とを分圧抵抗R₄、R₅で抵抗分割した点を信号増幅部5（実際には演算増幅器OP₁）の非反転入力端に接続することで構成されるハイパスフィルタとでバンドパスフィルタが構成してある。

【0019】ここで電圧増幅回路3に含まれる上記バンドパスフィルタのカットオフ周波数f_{c1}、f_{c2}を求めてみる。まず高域側のカットオフ周波数f_{c1}は抵抗R₁とコンデンサC₁とで下式のように定められる。

【0020】

【式1】

$$f_{c1} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$$

【0021】一方、低域側のカットオフ周波数f_{c2}は以下のようにして定めることができる。ここで、電圧増幅回路3の入力電圧をV₁、出力電圧をV_o、信号増幅部5の入力電圧をV_A、積分回路6の出力電圧をV₆、基準電圧をV_Rと表す。

【0022】

【式2】

$$V_o = V_A - \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{Z_{c1}}{R_2 + Z_{c1}} (V_R - V_A)$$

$$V_B = \frac{V_o - V_R}{R_3} \cdot Z_{c2}$$

$$V_A = \frac{V_{BW} + (R_5/R_4) \cdot V_B}{1 + (R_5/R_4)}$$

【0023】上記の式から電圧増幅回路3のゲインV_o/V₁が下式のように求められる。

【0024】

【式3】

$$\frac{V_o}{V_{BW}} = \frac{R_4 + \frac{R_2 R_4}{R_1} \cdot \frac{Z_{c1}}{R_2 + Z_{c1}}}{R_4 + R_5 - \frac{R_5}{R_3} Z_{c2} - \frac{R_2 R_5}{R_1 R_3} \cdot \frac{Z_{c1} Z_{c2}}{R_2 + Z_{c1}}}$$

【0025】ここでZ_{c1} = 1/(jωC₁)、i = 1, 2であるから、ゲインの絶対値が下式のように求められる。

【0026】

【式4】

$$\left| \frac{V_o}{V_{BW}} \right| = R_5 R_1 C_1 \omega \sqrt{\frac{(R_1 + R_2)^2 + (R_2 R_1 C_1 \omega)^2}{(R_1 + R_2) R_1^2 + \omega^2 \{ (R_1 R_2 C_1)^2 (R_1 + R_2)^2 + (R_1 C_1 \omega)^2 \} + 2 R_2 R_1^2 R_2 R_1 C_1 C_2 (R_1 + R_2) + (R_1 R_2 C_1)^2}}$$

【0027】カットオフ周波数f_{c2}は上記ゲインが30dB低下する周波数であるから、上式を用いて以下のよ

うに求めることができる。

【0028】

*【式5】

*

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{R_2}{R_1} = \frac{\omega R_3 R_4 (R_1 + R_2) C_2}{\sqrt{(R_1 + R_2) R_3^2 + \omega^2 ((R_1 R_3 C_2)^2 (R_4 + R_5)^2)}}$$

$$\omega = \frac{R_2 R_3 (R_1 + R_2)}{R_1 R_3 C_2} \sqrt{\frac{1}{2 R_4^2 (R_1 + R_2)^2 - R_2^2 (R_4 + R_5)^2}}$$

$$f_{c2} = \frac{R_2 R_3 (R_1 + R_2)}{2\pi R_1 R_3 C_2} \sqrt{\frac{1}{2 R_4^2 (R_1 + R_2)^2 - R_2^2 (R_4 + R_5)^2}}$$

【0029】ここで、人体の移動検知に最適な周波数帯域である1Hz付近の信号のみを増幅させるような回路設計を行なった場合、コンデンサ $C_1 = 47\text{ nF}$ 、コンデンサ $C_2 = 100\text{ nF}$ 、抵抗 $R_1 = 6\text{ k}\Omega$ 、抵抗 $R_2 = 2\text{ M}\Omega$ 、抵抗 $R_3 = 7.3\text{ M}\Omega$ 、抵抗 $R_4 = 300\text{ k}\Omega$ 、抵抗 $R_5 = 3\text{ k}\Omega$ の値を選択すれば、高域及び低域の各カットオフ周波数 f_{c1} 、 f_{c2} は、高域側のカットオフ周波数 $f_{c1} = 1.69\text{ Hz}$ 、低域側のカットオフ周波数 $f_{c2} = 0.73\text{ Hz}$ となる。

【0030】このように人体の移動検知に適した周波数帯域である1Hz付近にカットオフ周波数を有するバンドパスフィルタを構成するために、従来ではある程度静電容量の大きな外付けコンデンサ（数10 μF ）を使用しなければならなかったものが、本実施形態の電圧増幅回路3の構成によれば、使用するコンデンサ C_1 、 C_2 の静電容量が数10から数100nF程度のもので済み、必要なコンデンサ C_1 、 C_2 の静電容量を小さくすることができる。その結果、電界コンデンサの代わりに小型のチップコンデンサやセラミックコンデンサなどが使用できて回路のIC化が容易になり、しかも電界コンデンサを使用しないことで電界コンデンサの持つばらつきや漏れ電流等の影響を受けることなく信頼性の優れた赤外線検出装置が提供できるという利点がある。

【0031】ところで、上記バンドパスフィルタの低域側（ローパスフィルタ）は1次のフィルタであり、高い増幅を行なう場合には低周波ノイズの除去が不十分となる。従って、図2に示すように電圧増幅回路3の入力側にハイパスフィルタ7を設けることが望ましい。このハイパスフィルタ7は、バッファとなる演算増幅器OP、の非反転入力端に抵抗 R_1 とコンデンサ C_1 から成る微分回路を接続するとともに演算増幅器OP、の反転入力端と出力端とを接続して構成され、そのカットオフ周波数 f_{c1} は抵抗 R_1 とコンデンサ C_1 により下式のように定められる。

【0032】

【式6】

$$f_{c1} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$$

【0033】ここで実際の回路設計においてコンデンサ $C_1 = 47\text{ nF}$ 、抵抗 $R_1 = 4.7\text{ M}\Omega$ の値を選択すれば、上式よりそのカットオフ周波数は $f_{c1} = 0.72\text{ Hz}$ となる。而して、ハイパスフィルタ7によって上記低周波ノイズが効率よく除去できるのである。また上記バンドパスフィルタの高域側（ハイパスフィルタ）も同様に1次のフィルタであるから、高い増幅を行なう場合には高周波ノイズの除去も不十分となる。従って、図3に示すように電圧増幅回路3の出力側にローパスフィルタ8を設けることが望ましい。

【0034】このローパスフィルタ8は抵抗 R_2 とコンデンサ C_2 の積分回路で構成され、そのカットオフ周波数 f_{c2} は抵抗 R_2 とコンデンサ C_2 により下式のように定められる。

30 【0035】

【式7】

$$f_{c2} = \frac{1}{2\pi R_2 C_2}$$

【0036】ここで実際の回路設計においてコンデンサ $C_2 = 100\text{ nF}$ 、抵抗 $R_2 = 1\text{ M}\Omega$ の値を選択すれば、上式よりそのカットオフ周波数は $f_{c2} = 1.59\text{ Hz}$ となる。而して、ローパスフィルタ8によって上記高周波ノイズが効率よく除去できるのである。そして、図3に示すように電圧増幅回路3の入力側にハイパスフィルタ7、出力側にローパスフィルタ8をそれぞれ設けるようにすれば、全体として低域側及び高域側の何れも2次の周波数特性を有するバンドパスフィルタが構成できる。図4はこのように構成された本実施形態の電圧増幅回路3のゲイン-周波数特性を示しており、1Hz付近をピークとする特性が得られる。

【0037】（実施形態2）図5に本発明の第2の実施形態の回路ブロック図を示す。本実施形態の基本的な構成は実施形態1と共通するので、共通する部分については同一の符号を付して説明は省略し本実施形態の特徴となる部分についてのみ説明する。図3に示した実施形態

1の回路構成では、電流電圧変換回路2で生じるノイズが常温時よりも増加してS/N比が悪化するので、装置全体の感度を落とさないと誤動作する可能性がでてくる。そこで本実施形態では、抵抗温度特性の大きな高抵抗 R_{10} をハイパスフィルタ7を構成する抵抗 R_7 に並列に接続することにより、ハイパスフィルタ7のカットオフ周波数 f_c を温度に応じて変化させ、高温時のみ感度を低下させて上記誤動作の防止を図るようにしている。

【0038】本実施形態におけるハイパスフィルタ7のカットオフ周波数 f_c は下式で表される。

【0039】

【式8】

$$f_c = \frac{1}{2\pi C_3 R_8 R_{10} / (R_8 + R_{10})}$$

【0040】ここで高温時には高抵抗 R_{10} の抵抗値が非常に小さくなるため、カットオフ周波数 f_c は高くなり、図6に示すようなゲイン-周波数特性が得られる。同図は温度（雰囲気温度）が -20°C 、 25°C （常温）、 60°C 、 80°C の時のゲイン-周波数特性を示している。本実施形態によれば、抵抗温度特性の大きな高抵抗 R_{10} を用いて高温時にハイパスフィルタ7のカットオフ周波数 f_c を高くすることで装置全体の感度を落とし、高温時における電流電圧変換回路2のノイズ増加による誤動作が防止できるのである。

【0041】（実施形態3）図7に本発明の実施形態3の回路図を示す。但し、実施形態1及び2と共通する部分については同一の符号を付して説明は省略する。電源回路9は外部電源からの電源供給を受けて各回路の動作用内部電源と基準電圧 V_R とを作成するものである。

【0042】電流電圧変換回路2'は反転入力端と出力端の間に帰還容量（コンデンサ C_1 ）が接続されるとともに非反転入力端に電源回路9から基準電圧 V_R が供給される演算増幅器OP、を具備し、この演算増幅器OP、の反転入力端に焦電電流が入力されており、コンデンサ C_1 のインピーダンス変換によって微小な焦電電流を数 $10\mu\text{V}$ 程度の電圧信号に変換するものである。この電流電圧変換回路2'では、電界効果トランジスタFETのパッファを用いた従来の電流電圧変換回路2において支配的な要因とされている熱雑音の影響を少なくしてS/N比を著しく改善でき、低ノイズ化が図れるとともに感度を向上させることができる。

【0043】電流電圧変換回路2'の演算増幅器OP、には、演算増幅器OP、と抵抗 R_1 及びコンデンサ C_1 から成る積分器が直流帰還回路として演算増幅器OP、の反転入力端と出力端の間に接続してある。これにより、低周波の信号に対して動作が不安定になるコンデンサ C_1 のインピーダンス特性を改善することができる。電流電圧変換回路2'の出力側とハイパスフィルタ7との間には演算増幅器OP、と抵抗 R_{11} 、 R_{12} から成る直

流増幅回路10が設けてある。この直流増幅回路10のゲイン（電圧増幅度）は抵抗 R_{11} 、 R_{12} の比 R_{12}/R_{11} で表される。また、次段の電圧増幅回路3のゲインは演算増幅器OP、に接続された抵抗 R_1 、 R_2 及びコンデンサ C_1 により下式のように求められる。

【0044】

【式9】

$$\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{2\pi f_c R_2 + 1}$$

【0045】ここで、人体の移動検知に最適な周波数帯域である1Hz付近の信号のみを増幅させるような回路設計を行なった場合、コンデンサ $C_1 = 47\text{nF}$ 、コンデンサ $C_2 = 100\text{nF}$ 、抵抗 $R_1 = 6\text{k}\Omega$ 、抵抗 $R_2 = 2\text{M}\Omega$ 、抵抗 $R_3 = 7.3\text{M}\Omega$ 、抵抗 $R_4 = 300\text{k}\Omega$ 、抵抗 $R_5 = 3\text{k}\Omega$ 、抵抗 $R_{11} = 40\text{k}\Omega$ 、抵抗 $R_{12} = 1\text{M}\Omega$ の値を選択すれば、上式から1段目の直流増幅回路10のゲインは25、2段目の電圧増幅回路3のゲインは約200となるから、回路全体のゲインは、 $|V/V_{in}| \approx 25 \times 200 = 5000$ となる。従って、上記のような回路設計をすれば、2段の増幅で5000倍程度のゲインが得られるとともに、人体の移動検知に適した周波数帯域である1Hz付近にカットオフ周波数 f_{c1} 、 f_{c2} を有するバンドパスフィルタを構成することができる。

【0046】一方出力回路4'は、電圧増幅回路3によって所定レベルまで増幅された電圧信号（アナログ信号）を2つの演算増幅器OP、OP、を用いて構成されるウィンドコンパレータで波形成形して検知信号を出力する構成となっている。すなわち、電圧増幅回路3から出力される電圧信号は、出力回路4'のウィンドコンパレータによって高低2つのしきい値と比較判別される。そして、電圧信号が2つのしきい値の何れかを越えた場合（高い方のしきい値を上回るか又は低い方のしきい値を下回る場合）にウィンドコンパレータの出力信号がNAND回路11を介してレベルシフト回路12に入力され、このレベルシフト回路12によりPMOSTランジスタ Q_1 を駆動することで出力抵抗 R_{13} から所定レベルの検知信号が出力される。

【0047】上述のように構成される各回路は、図8に示すように太線で囲まれた部分が1チップの集積回路20にIC化され、焦電素子1、並びに比較的静電容量の大きなコンデンサ $C_1 \sim C_4$ 、 $C_5 \sim C_6$ が上記集積回路20に外付けされる。ここで、ハイパスフィルタ7が具備する温度補正用の高抵抗 R_{10} をノンドープのポリシリコン抵抗やトランジスタのオン抵抗で構成することにより、高抵抗 R_{10} のIC化が容易になるものである。なお、コンデンサ C_1 、 C_2 は外部電源並びに内部電源に付設される外付けコンデンサである。

【0048】上述のように本実施形態では、焦電素子1やコンデンサ C_1 、…等の一部の電子部品を除いてその殆

どの回路構成が IC 化され、1 チップの集積回路 20 内に実装できるため、一層の小型化及び低コスト化が図れるものである。なお、電流電圧変換回路 2' には電界効果トランジスタ FET を利用した従来例と同様のものを用いることも可能である。

【0049】図 9 に本実施形態の分解斜視図を示す。本実施形態の赤外線検出装置は、3 本のリード 22 が突設された略円板形のベース 21 に 3 次元回路ブロック 23 が実装されるとともに、上底部に光学的フィルタ窓 25 を有する有底円筒形のキャン 24 がベース 21 に被せられ、さらにキャン 24 の上底部に赤外線を集光する略ドーム形の集光レンズ（マルチレンズ）26 が装着されて成るものである。

【0050】図 10 (a) (b) は 3 次元回路ブロック 23 を示している。この 3 次元回路ブロック 23 の本体部 23a はワンショットあるいは 2 色成形された M I D (Molded Interconnect Devices) 基板として構成されており、その表立面に形成された導電パターン 23b には上記集積回路 20 が実装され（図 10 (a) 参照）、本体部 23a の上部には矩形板状の焦電素子 1 が橋渡しされるように実装されている。また本体部 23a の裏立面には集積回路 20 に外付けされるコンデンサ C₁、…などの外付け部品 27 が実装されている。

【0051】このような構造によれば、外付け部品以外の回路が 1 チップ化された集積回路 20 に実装されているので、平板状の回路基板に焦電素子 1 や電子部品を実装していた従来構造のものに比べて著しく小型化ができる。また、焦電素子 1 から出力される微弱な焦電電流を引き回す配線上の距離も従来構造に比べて著しく短くなる。しかも集積回路 20 が実装された 3 次元回路ブロック 23 も円筒形のキャン 24 の内部に収容されるので、キャン 24 によって 3 次元回路ブロック 23 を外来ノイズからシールドすることができる。そのため、ノイズ対策用のコンデンサやインダクタも不要となるので、一層小型且つ耐ノイズ特性が良好で低コスト化の図れる赤外線検出装置が提供できる。また、赤外線検出装置全体をキャン 24 に収容された電子部品として取り扱うことができるので、他の装置、機器に実装する際の取り扱いも容易になるなど種々の利点がある。

【0052】

【発明の効果】請求項 1 の発明は、焦電素子から出力される焦電電流を電圧信号に変換し、電圧増幅回路で所定の周波数帯域の電圧信号を増幅処理して検知信号を出力するようにした赤外線検出装置において、上記電圧増幅回路は、演算増幅器の反転入力端に抵抗を接続するとともに反転入力端と出力端の間に帰還抵抗とコンデンサとを並列接続した非反転増幅器から成る信号増幅部と、演算増幅器の反転入力端に抵抗を介して信号増幅部の出力端が接続されるとともに反転入力端と出力端の間にコンデンサを接続して成る積分回路と、積分回路の出力と電

圧増幅回路の入力を抵抗分割した点が信号増幅部の非反転入力端に接続されて成る分圧抵抗とを備えたので、信号増幅部の抵抗とコンデンサで構成されるローパスフィルタと、積分回路の出力と電圧増幅回路の入力を分圧抵抗で抵抗分割した点を信号増幅部の非反転入力端に接続することで構成されるハイパスフィルタとでバンドパスフィルタが構成されるため、従来の電圧増幅回路に比較して必要とされるコンデンサの静電容量が小さくでき、その結果回路の小型化並びに低コスト化が可能となるという効果がある。

【0053】請求項 2 の発明は、電圧増幅回路の入力側にハイパスフィルタを設けたので、電圧増幅回路におけるローパスフィルタの次数を上げて低周波ノイズを効率よく除去することができ、周波数特性の改善が図れるという効果がある。請求項 3 の発明は、電圧増幅回路の出力側にローパスフィルタを設けたので、電圧増幅回路におけるハイパスフィルタの次数を上げて高周波ノイズを効率よく除去することができ、周波数特性の改善が図れるという効果がある。

【0054】請求項 4 の発明は、上記ハイパスフィルタは抵抗とコンデンサの微分回路を具備し、上記抵抗と並列に抵抗温度特性の大きい高抵抗を接続して成るので、ハイパスフィルタのカットオフ周波数に温度特性を持たせ、高温時にカットオフ周波数を上げて感度を落とすことにより、高温時に大きくなるノイズによる誤動作を防ぐことができるという効果がある。

【0055】請求項 5 の発明は、上記高抵抗が、ノンドープのポリシリコン又はトランジスタのオフ抵抗を利用して成るので、高抵抗を IC として回路に一体化させて組込みできるノンドープのポリシリコン抵抗やトランジスタのオフ抵抗で構成することによって、回路全体を IC 化及び 1 チップ化しやすい構造にでき、回路実装時における作業性の向上も図れるという効果がある。

【0056】請求項 6 の発明は、焦電素子と電圧増幅回路との間に焦電素子からの焦電電流を電圧信号に変換する電流電圧変換回路を設け、電流電圧変換回路は、帰還容量を付加した演算増幅器と、演算増幅器の出力を入力側に期間する直流帰還回路とを有して成るので、帰還容量を付加した演算増幅器によるインピーダンス変換を利用することによって電流電圧変換回路の S/N 比を著しく向上させることができ、低ノイズで感度の高い赤外線検出装置が提供可能となるという効果がある。さらに、帰還容量を付加した演算増幅器に直流帰還回路を付加することにより、帰還容量に固有な低域におけるインピーダンス変換動作の不安定性を改善することができるという効果がある。

【0057】請求項 7 の発明は、表立面と裏立面に少なくとも上記電圧増幅回路を構成する電子部品が実装されるとともに上部に焦電素子が実装された 3 次元回路ブロックと、上部に光学的フィルタ窓を有する筒状に形成

されて上記3次元回路ブロックを内部に收容するキャンと、光学的フィルタ窓に装着される集光レンズとを備えたので、電圧増幅回路を含む殆どの回路のIC化並びに1チップ化が図れ、更に1チップ化された内部回路を他の外付け部品とともに3次元回路ブロックに実装することによって赤外線検出装置から平板状の回路基板をなくし、小型かつ軽量の構造が実現できるという効果がある。また、このような構造では、回路基板を用いずに1チップ化した内部回路を3次元回路ブロックに実装しているために信号線の引き回しが短くてきて外来ノイズの影響を受けにくくでき、しかも3次元回路ブロックの全体をキャンに收容しているので外来ノイズに対するシールド性を高めることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1を示す回路ブロック図である。

【図2】同上の他の構成を示す回路ブロック図である。

【図3】同上のさらに他の構成を示す回路ブロック図である。

【図4】同上におけるゲイン-周波数特性を示す図であ*

＊る。

【図5】実施形態2を示す回路ブロック図である。

【図6】同上におけるゲイン-周波数特性を示す図である。

【図7】実施形態3を示す回路ブロック図である。

【図8】同上の回路構成図である。

【図9】同上の分解斜視図である。

【図10】同上の3次元回路ブロックを示し、(a)は表立面図、(b)は裏立面図である。

10 【図11】従来例を示す回路ブロック図である。

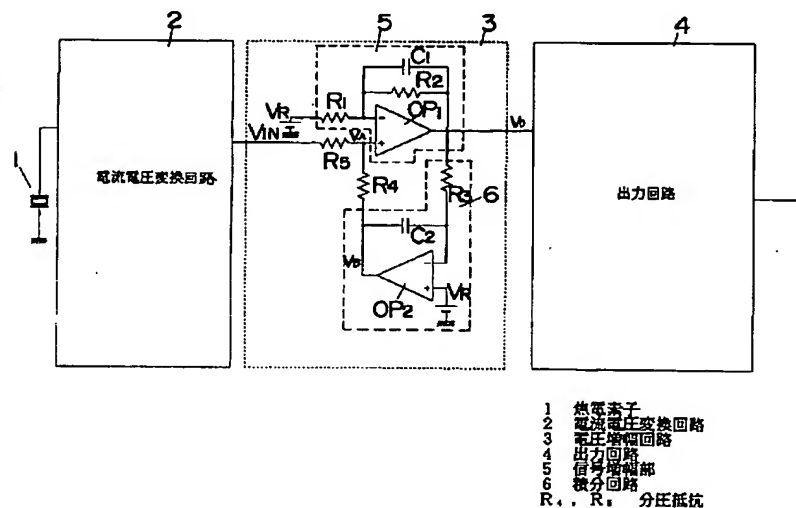
【図12】同上の分解斜視図である。

【符号の説明】

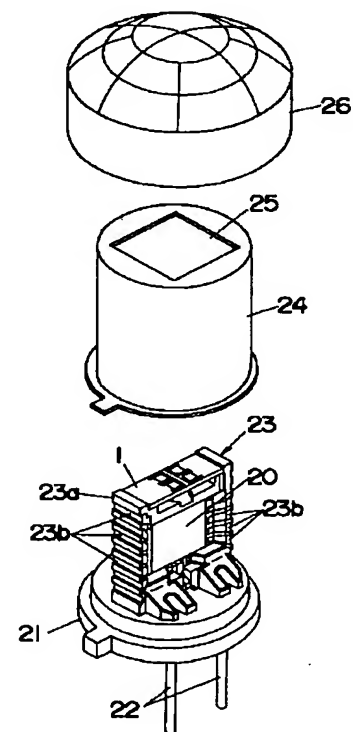
- 1 焦電素子
- 2 電流電圧変換回路
- 3 電圧増幅回路
- 4 出力回路
- 5 信号増幅部
- 6 積分回路

R_1, R_2 分圧抵抗

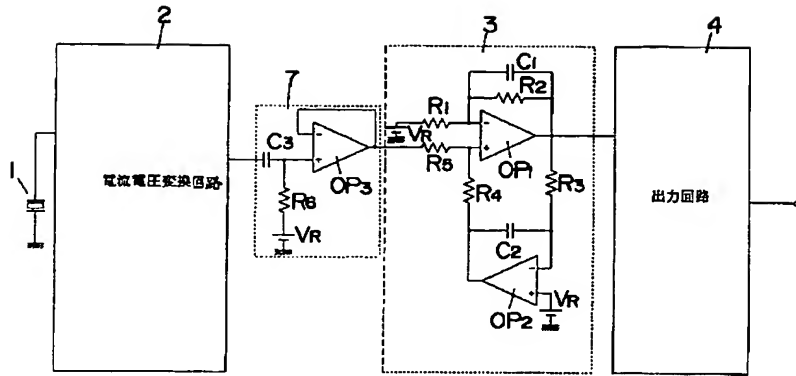
【図1】



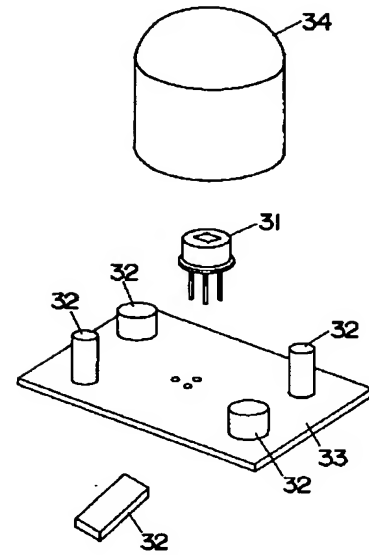
【図9】



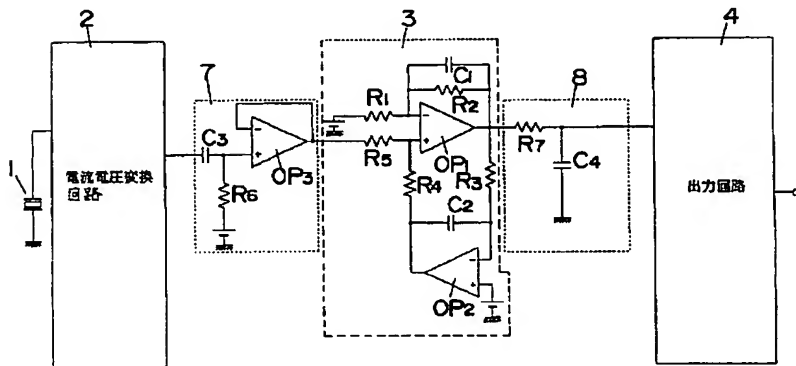
〔図2〕



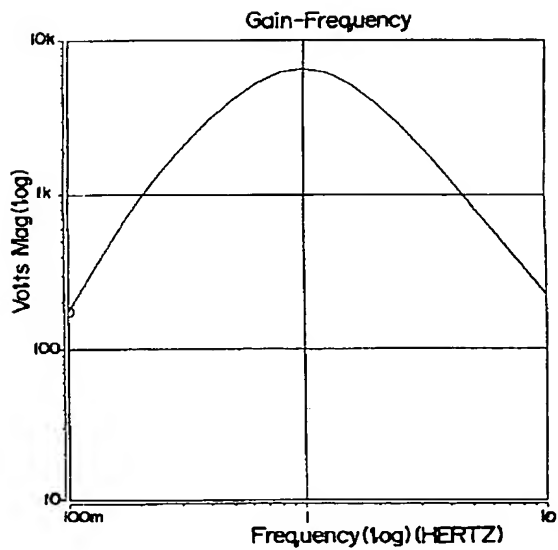
〔図12〕



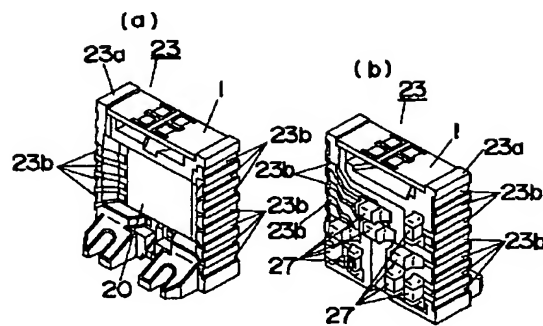
〔図3〕



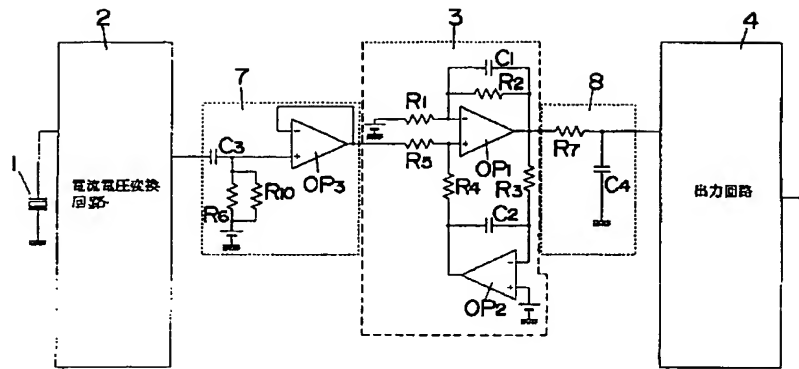
〔図4〕



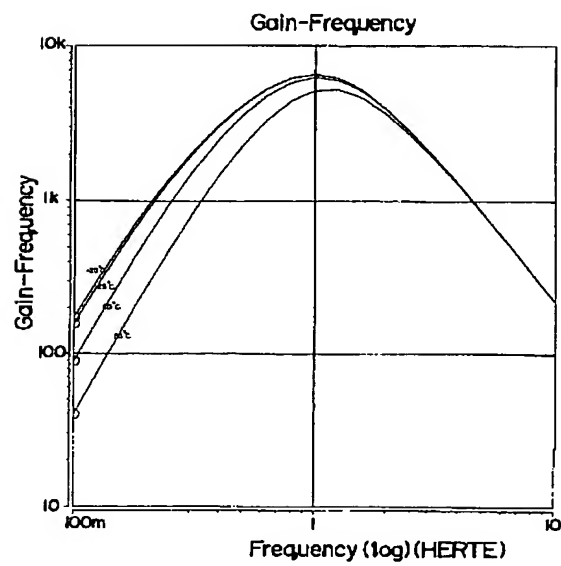
〔図10〕



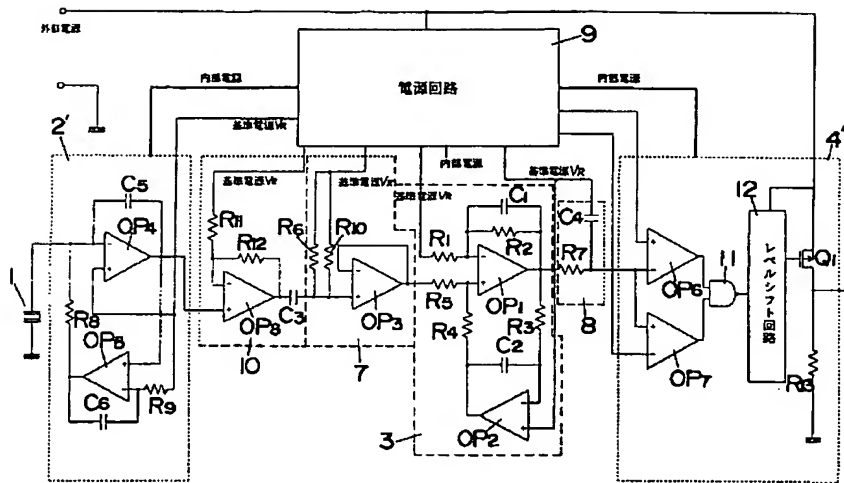
【図 5】



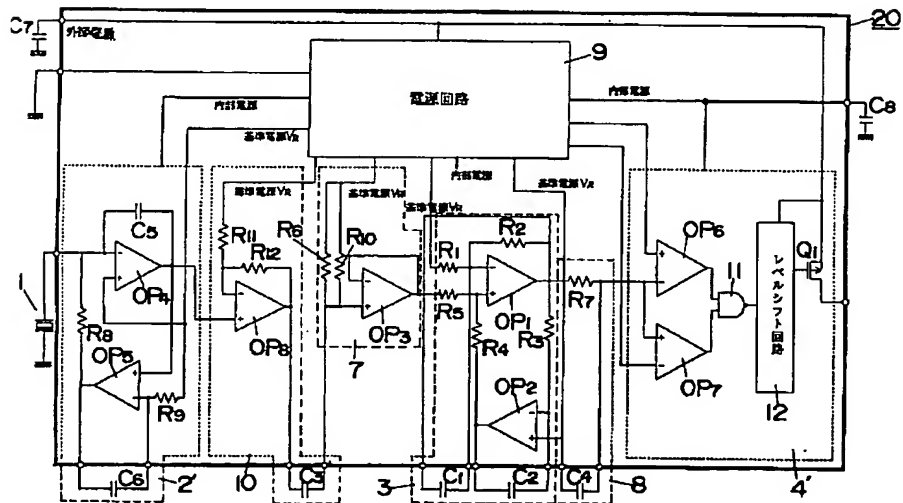
【図 6】



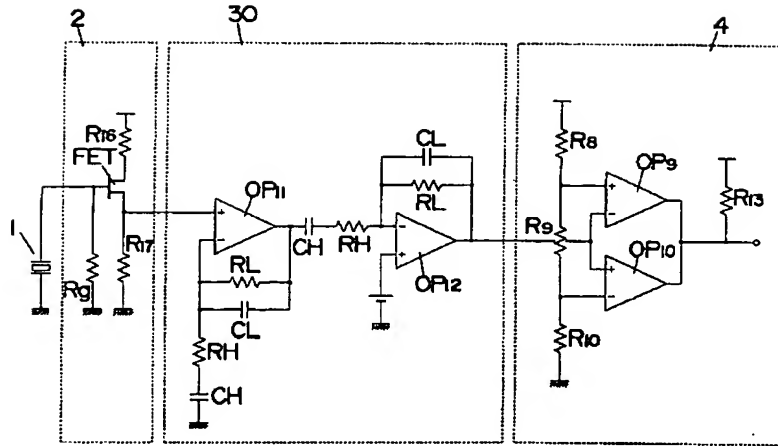
【図 7】



【図 8】



【図11】



【手続補正書】

【提出日】平成10年8月3日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項6

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項6】 焦電素子と電圧増幅回路との間に焦電素子からの焦電電流を電圧信号に変換する電流電圧変換回路を設け、電流電圧変換回路は、帰還容量を付加した演算増幅器と、演算増幅器の出力を入力側に帰還する直流帰還回路とを有して成ることを特徴とする請求項1～5の何れかに記載の赤外線検出装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】請求項6の発明は、請求項1～5の何れかの発明において、焦電素子と電圧増幅回路との間に焦電素子からの焦電電流を電圧信号に変換する電流電圧変換回路を設け、電流電圧変換回路は、帰還容量を付加した演算増幅器と、演算増幅器の出力を入力側に帰還する直流帰還回路とを有して成ることを特徴とし、帰還容量を付加した演算増幅器によるインピーダンス変換を利用す

ることによって電流電圧変換回路のS/N比を著しく向上させることができ、低ノイズで感度の高い赤外線検出装置が提供可能となる。さらに、帰還容量を付加した演算増幅器に直流帰還回路を付加することにより、帰還容量に固有な低域におけるインピーダンス変換動作の不安定性を改善することができる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0056

【補正方法】変更

【補正内容】

【0056】請求項6の発明は、焦電素子と電圧増幅回路との間に焦電素子からの焦電電流を電圧信号に変換する電流電圧変換回路を設け、電流電圧変換回路は、帰還容量を付加した演算増幅器と、演算増幅器の出力を入力側に帰還する直流帰還回路とを有して成るので、帰還容量を付加した演算増幅器によるインピーダンス変換を利用することによって電流電圧変換回路のS/N比を著しく向上させることができ、低ノイズで感度の高い赤外線検出装置が提供可能となるという効果がある。さらに、帰還容量を付加した演算増幅器に直流帰還回路を付加することにより、帰還容量に固有な低域におけるインピーダンス変換動作の不安定性を改善することができるという効果がある。

フロントページの続き

(72)発明者 畑谷 光輝
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内